Guide

Confort thermique à l'intérieur d'un établissement

CSST

La prévention, j'y travaille !

Confort thermique à l'intérieur d'un établissement

Ce guide a été préparé par la Direction de la prévention-inspection de la CSST, en collaboration avec la Direction des communications.

Rédaction
Jean-Yves Charbonneau, Direction de la prévention-inspection

Collaboration
Luc Schreiber, Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec
Serge Douville, Direction régionale de l'Estrie
Jérôme Lemaire, Direction régionale de Saint-Jean-sur-Richelieu

Révision linguistique
Écritures, etc.

Correction des épreuves
Fanny Provençal, Direction des communications

Production et édition électronique
Direction des communications

Suivi d'impression et de distribution
Lise Tremblay, Direction des communications

© Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004
ISBN 2-550-42992-3

2007-01593/

Table des matières

Introduction 7

1. Notions de confort thermique 8

2. Facteurs ayant une incidence sur le confort thermique 8

3. Conditions d'un environnement thermique acceptable 8

4. Moyens de contrôle 11

5. Aspects juridiques 11

Annexe – Évaluation de la température opératoire 13

Références 14

Questionnaire sur le confort thermique 15

Introduction

Ce document définit d'abord ce qu'est le confort thermique, puis il énumère les conditions essentielles pour qu'un milieu de travail présente une ambiance thermique acceptable. Il indique ensuite les divers moyens permettant d'assurer le confort thermique d'un environnement. Finalement, il aborde les aspects juridiques de la question. Suivent quelques références bibliographiques à l'intention des lecteurs qui désirent en savoir davantage sur ce sujet et un questionnaire sur le confort thermique.

Le confort thermique à l'intérieur d'un établissement

1 Notions de confort thermique

Le confort thermique se définit comme la satisfaction exprimée à l'égard de l'ambiance thermique du milieu environnant.

Pour qu'une personne se sente confortable, trois conditions doivent être réunies :

- Le corps doit maintenir une température interne stable.
- La production de sueur ne doit pas être trop abondante et la température moyenne de la peau doit être confortable.
- Aucune partie du corps ne doit être trop chaude ni trop froide (inconfort local).

Si le confort thermique est souhaitable, il est souvent difficile de l'obtenir dans plusieurs milieux de travail. Toutefois, des conditions thermiques inconfortables ne présentent pas nécessairement un risque pour la santé ou la sécurité des travailleurs puisque l'organisme peut s'adapter dans une certaine mesure aux fluctuations de l'ambiance.

2 Facteurs ayant une incidence sur le confort thermique

Les principaux facteurs qui régissent les échanges de chaleur entre une personne et son environnement et qui ont une incidence sur son confort thermique sont les suivants :

Pour la personne

- Son activité physique (production de chaleur par le corps).
- Son habillement.

Pour l'environnement

- La température de l'air et ses fluctuations.
- Le rayonnement thermique.
- L'humidité.
- La vitesse de l'air.
- La température des objets avec lesquels la personne est en contact.

3 Conditions d'un environnement thermique acceptable

Les conditions d'un environnement thermique acceptable sont définies dans la norme 55-1992 et son addenda 1995 de l'American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) intitulée *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.

Cette norme spécifie des conditions dans lesquelles 80 % ou plus des personnes en bonne santé trouveront une ambiance confortable. En effet, en raison des différences de perception d'un individu à l'autre, il est impossible de déterminer une ambiance thermique qui soit satisfaisante pour tous.

La norme ASHRAE peut servir de repère pour l'évaluation d'une situation de travail. Il serait souhaitable de vérifier aussi l'appréciation subjective qu'en donne chacun des travailleurs à l'aide d'un questionnaire (voir page 15).

Les recommandations qui suivent s'appliquent à des activités sédentaires ou légères exercées par des personnes portant une tenue vestimentaire normale. Le travail de bureau constitue le meilleur exemple de ce type d'activités.

Les recommandations relatives aux conditions environnementales ont été regroupées sous deux thèmes : d'une part, celles qui visent à assurer le confort thermique général, c'est-à-dire du corps dans son ensemble, et, d'autre part, celles qui concernent le confort thermique local.

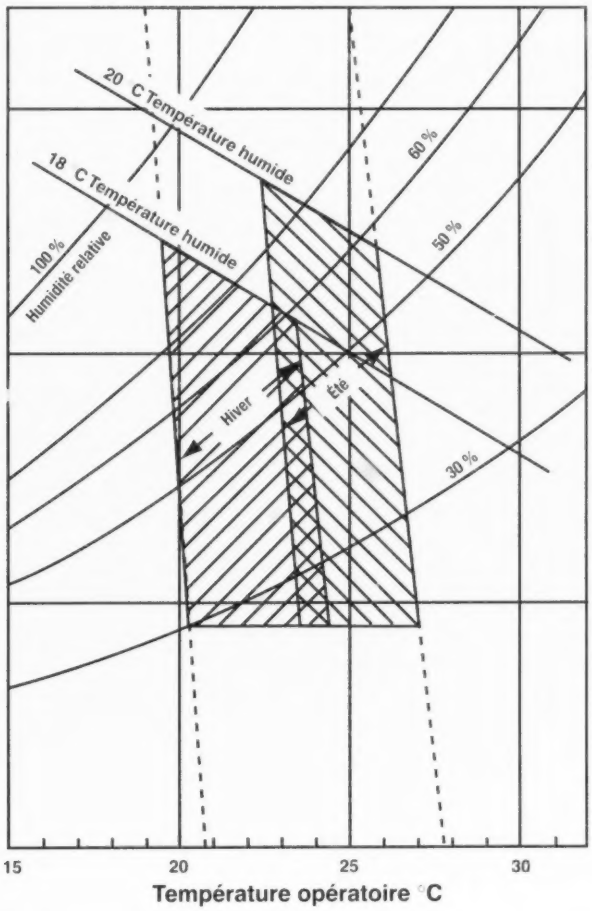
3.1
Conditions environnementales du confort thermique général

Température opératoire

L'ASHRAE spécifie les normes de confort du corps dans son ensemble en termes de température opératoire. Cette température tient compte de la température de l'air, du rayonnement thermique et de la vitesse de l'air jusqu'à 0,15 – 0,2 m/s.

Les vêtements d'intérieur portés l'hiver offrent un degré d'isolation thermique plus élevé que les tenues d'été. Voilà pourquoi les températures opératoires de confort varient avec les saisons. À 50 % d'humidité relative, ces températures s'étalent de 23 à 26 °C en été, et de 20 à 23,5 °C en hiver. Ces plages de températures sont légèrement déplacées pour un taux d'humidité supérieur ou inférieur à 50 % (voir le graphique ci-dessous).

Dans le cas où il n'y a pas d'échange par rayonnement entre la personne et son environnement (par exemple, absence de rayonnement direct du soleil ou d'une fenêtre froide), on peut considérer que la température opératoire est sensiblement la même que la température de l'air ambiant. Le graphique peut alors être utilisé avec la température de l'air.



Plages de température opératoire et d'humidité acceptables pour des personnes portant des vêtements d'été ou d'hiver habituels et effectuant un travail léger et sédentaire.

Source : Addendum to *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, ASHRAE Standard 55a, 1995

Dans le cas où il y a une source de rayonnement, il faut alors estimer la température opératoire ou la mesurer directement (voir l'annexe, p. 13).

Humidité
Les limites de l'humidité relative indiquées dans le graphique de la page 9 sont basées sur des considérations qui relèvent du confort thermique. Ces limites ont été établies pour prévenir l'assèchement de la peau, et l'irritation des yeux et des voies respiratoires.

Vitesse de l'air
Aucun mouvement d'air minimum n'est nécessaire pour assurer le confort thermique lorsque les températures se situent dans la zone de confort.

La température opératoire peut, par contre, être augmentée jusqu'à 3 °C au-dessus de la zone de confort si la vitesse de l'air est accrue au-dessus de 0,2 m/s. Cette dernière ne devrait pas excéder 0,8 m/s. Il est préférable que la vitesse et la direction de l'air soient contrôlées par l'occupant.

Fluctuations de la température
Les variations de la température et la vitesse à laquelle elles se produisent doivent être prises en considération. La température opératoire ne doit pas varier de plus de 0,5 °C à l'heure.

3.2
Conditions environnementales du confort thermique local

Un environnement thermique inégal peut être la source d'inconfort pour certaines parties du corps.

Les principales conditions environnementales à maîtriser pour éviter ces situations sont les suivantes :

Différence verticale de la température de l'air
Dans un local fermé, la température de l'air augmente généralement du plancher vers le plafond. Si la différence de température est plus grande que 3 °C entre les pieds et la tête, il y a alors un risque d'inconfort local.

Asymétrie de la température de rayonnement
Une différence marquée des températures des surfaces autour d'une personne, ou encore le rayonnement direct du soleil, favorise des échanges asymétriques par rayonnement avec certaines parties du corps. Par exemple, une fenêtre froide ou un plafond chaud peuvent produire un effet de refroidissement ou d'échauffement d'une partie du corps seulement. L'ASHRAE propose des valeurs limites pour l'asymétrie de la température de rayonnement des surfaces, mais l'évaluation de la conformité à ces valeurs requiert des appareils spéciaux. Il est souvent possible de se limiter à une évaluation subjective pour déterminer un correctif approprié à la situation.

Température des planchers
Pour minimiser le risque d'inconfort au niveau des pieds, il faut veiller à ce que la température des planchers ne soit ni trop chaude ni trop froide. L'ASHRAE propose des valeurs limites de température des planchers, mais là encore leur application nécessite la prise de mesures avec des instruments spéciaux. Bien souvent, une évaluation subjective suffit pour trouver le correctif approprié.

Courants d'air
Les courants d'air touchant certaines parties du corps peuvent avoir un effet de refroidissement très inconfortable. La tête et les chevilles sont particulièrement vulnérables. Il est préférable de ne pas dépasser une vitesse moyenne de l'air d'environ 0,15 à 0,2 m/s pour les températures de confort indiquées sur le graphique.

4 Moyens de contrôle

4.1 Pour éviter l'inconfort attribuable à la chaleur

- Climatisez le lieu de travail si possible; réglez les diffuseurs d'air pour éviter les courants d'air sur les travailleurs ou, encore, aménagez les postes de travail en conséquence.
- Révisez et adaptez le réseau de distribution d'air au moment d'effectuer des changements à l'aménagement des lieux.
- Limitez l'utilisation d'appareils électriques (ex. : cafetière, lampe, ordinateur) lorsqu'elle n'est pas indispensable.
- Filtrez les rayons du soleil à l'aide de stores.
- Déplacez les objets pouvant nuire au bon fonctionnement du système de ventilation.
- Adoptez une tenue vestimentaire adaptée au niveau d'activité et à l'ambiance thermique du lieu de travail.
- Installez des ventilateurs pour créer un mouvement d'air favorisant l'évaporation de la sueur.

4.2 Pour éviter l'inconfort attribuable au froid

- Chauffez le lieu de travail en contrôlant l'humidité.
- Évitez l'utilisation de thermostats centraux; préférez plutôt un plus grand nombre de contrôles permettant l'ajustement aux caractéristiques individuelles du travailleur et aux différents postes de travail.
- Révisez le système d'aération à chaque changement d'utilisation des aires de travail; leur vocation d'origine diffère parfois de leur utilisation réelle.
- Laissez pénétrer le soleil en prenant soin de ne pas obstruer les fenêtres.
- Adoptez une tenue vestimentaire adaptée au niveau d'activité et à l'ambiance thermique du lieu de travail.
- Contrôlez les courants d'air froid provenant de l'extérieur (ex. : les postes de travail situés à proximité des entrées et des sorties de bâtiments et ceux qui se trouvent près des lieux de réception et d'expédition) par l'utilisation de rideaux d'air chaud, d'écrans, etc.
- Veillez à rendre les portes et les fenêtres étanches à l'entrée d'air froid.
- Positionnez les bouches de chauffage sous les fenêtres de façon à neutraliser les surfaces froides et à réchauffer les courants d'air ou les infiltrations.
- Utilisez un chauffage d'appoint, lorsque nécessaire.

5 Aspects juridiques

Les divers aspects du confort thermique ne sont que partiellement couverts par la réglementation. Les principales dispositions présentées ici se trouvent dans le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*.

Par ailleurs, la conception, la construction et la mise en place des installations de chauffage, de ventilation et de conditionnement de l'air sont régies par l'application d'une réglementation établie en fonction de l'âge du bâtiment (voir le *Code du bâtiment* ou les règlements d'application d'un code du bâtiment).

5.1
Le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*

Section II – État de fonctionnement des équipements

La section II du règlement contient une disposition, à l'article 5, sur l'état de fonctionnement des équipements :

> « Tout équipement utilisé ou installé dans un établissement aux fins [...] d'assurer les conditions […] de ventilation, de température, […] prescrites par le présent règlement ou d'assurer des conditions […] thermiques conformes aux exigences du présent règlement doit toujours être en état de fonctionnement et doit fonctionner de façon optimale pendant les heures d'exploitation de l'établissement de manière à assurer le rendement pour lequel il a été conçu. »

Section XI – Ventilation et chauffage

L'article 101 de la section XI du règlement spécifie que :

> « Les établissements doivent être adéquatement ventilés, soit par des moyens naturels, soit par des moyens mécaniques, et les courants d'air excessifs doivent être évités.
>
> « Les systèmes et les moyens de ventilation utilisés doivent être conçus, construits et installés conformément aux règles de l'art qui prévalent au moment de leur installation […]. »

Note. – La section XIII sur les contraintes thermiques ne peut être utilisée comme référence pour statuer sur le confort ou l'inconfort d'un environnement. En fait, les normes sur ces contraintes sont parfois respectées au prix de réactions physiologiques pouvant être très inconfortables, comme la transpiration dans le cas de la chaleur, ou des frissons et le refroidissement de la température de la peau dans le cas d'une ambiance froide.

Section XII – Ambiance thermique

La section XII du règlement prescrit des normes relatives au chauffage, à la température et à l'humidité.

Les dispositions que l'on y trouve traitent de la température minimale qui doit être respectée selon la nature du travail (art. 116, 117 et annexe IV; voir le tableau ci-dessous) et du taux d'humidité relative minimal de 20 % qui doit être maintenu dans les bureaux et les établissements commerciaux (art. 119).

Nature du travail exécuté	Température minimale obligatoire
Travail léger en position assise, notamment tout travail cérébral, travail de précision ou qui consiste à lire ou à écrire	20 °C
Travail physique léger en position assise, notamment travail de couture avec machines électriques et travail sur petites machines-outils	19 °C
Travail léger en position debout, notamment travail sur machine-outil	17 °C
Travail moyen en position debout, notamment montage et ébarbage	16 °C
Travail pénible en position debout, notamment forage et travail manuel avec outils lourds	12 °C

L'application de ces dispositions est assujettie à certaines conditions. Par exemple, la température minimale (art. 117) doit être maintenue « à tout poste de travail fixe situé à l'intérieur d'un bâtiment, […] sauf si la destination des locaux, la nature d'un procédé ou la nature des produits traités exige une température plus froide […] ». Pour ce qui est de l'humidité, il faut vérifier si l'établissement a été construit ou est entré en exploitation après le 19 décembre 1979.

Annexe
Évaluation de la température opératoire

La température opératoire (t_o) est une expression simplifiée qui tient compte des échanges de chaleur par rayonnement (échange à distance établi entre le corps et une surface de température différente) et par convection (échange entre la peau et l'air).

La température opératoire peut être évaluée au moyen de trois mesures, soit la température de l'air, la vitesse de l'air et la température moyenne de rayonnement, en appliquant la formule suivante :

(1) $t_o = at_a + (1 - a)t_r$

t_o = température opératoire (°C)
t_a = température de l'air (°C)
t_r = température moyenne de rayonnement (°C) (voir la relation 2 ci-contre)
a = facteur obtenu selon la vitesse de l'air (v)

où

v (mètre/seconde)	0 - 0,2	0,2 - 0,6	0,6 - 1,0
facteur a	0,5	0,6	0,7

La température de l'air peut être mesurée[1] avec un thermomètre à boule sèche. Le thermomètre doit être protégé de l'action du soleil et des surfaces rayonnantes sans que la circulation autour de la boule soit entravée.

La vitesse de l'air peut être déterminée à l'aide d'un thermoanémomètre qui est sensible aux basses vitesses. Il est préférable d'utiliser un capteur qui mesure la vitesse quelle que soit la direction de l'air.

La température moyenne de rayonnement peut être mesurée directement avec un radiomètre à deux sphères ou être estimée à l'aide d'un thermomètre à globe noir de 15 centimètres de diamètre. Le thermomètre à globe noir doit rester exposé au moins 25 minutes avant la lecture de l'indication. La température moyenne de rayonnement peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

(2) $t_r^4 = t_g^4 + C\, v^{0.5} (t_g - t_a)$

t_r = température moyenne de rayonnement (°K)
t_g = température du globe (°K)
t_a = température de l'air (°K)
v = vitesse de l'air (m/s)
$C = 0{,}247 \times 10^9$

Veuillez noter que la relation °C + 273 = °K permet de transformer les degrés Celcius (°C) en degrés Kelvin (°K). Lorsque la t_r sera connue, il faudra la retransformer en °C avant d'utiliser la relation (1) ci-contre.

1. Des indications supplémentaires sur les instruments de mesure et les méthodes de mesure sont données dans les normes ASHRAE 55-1992 et ISO 7726 (voir les références, page 14).

Références

American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, ANSI/ASHRAE Standard 55-1992, Atlanta, 20 p., (NO 023406).

American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. Addendum to Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy; ANSI/ASHRAE Standard 55a-1995, Atlanta, (NO 023406 - 1995).

American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. *ASHRAE Handbook - 1997 Fundamentals*, Section 13, Atlanta, 1997, (RR-655001).

Association canadienne de normalisation. *Guide sur l'ergonomie au bureau*, Rexdale, Ont., CAN/CSA-Z412-00, 2001, 338 p., (NO 340014).

British Occupational Hygiene Society. *The Thermal Environment*, Technical guide no. 8, Leeds, U. K., Science Reviews Ltd., 1990, 86 p., (MO-014606).

Organisation internationale de normalisation. *Ambiances thermiques – Appareils et méthodes de mesure des grandeurs physiques*, ISO 7726-1985, 38 p., (NO-120152).

Organisation internationale de normalisation. *Ambiances thermiques – Détermination des indices PMV et PPD et spécification des conditions de confort thermique*, ISO 7730-1984, 19 p., (NO-000520).

PARSONS, K.C. *Human Thermal Environments*, London, U.K., Taylor and Francis, 1993, 359 p., (MO-016877).

Règlement sur la santé et la sécurité du travail, c. S-2.1, r.19.01, 94 p., Gouvernement du Québec, 2001 (RJ-510072).

SCHREIBER, L. *Normes sur les conditions d'ambiances thermiques acceptables pour le confort*, 1985, 33 p., (CS-000220).

Note. – Les cotes entre parenthèses sont les références bibliographiques du Centre de documentation de la CSST.

Questionnaire sur le confort thermique

1. Décrivez votre sensation thermique « **actuelle** » à l'aide du tableau suivant :

	Corps dans son ensemble	Tête 1	Tronc 2	Bras 3	Mains 4	Jambes 5	Pieds 6
Excessivement chaud							
Très chaud							
Chaud							
Légèrement chaud							
Neutre							
Légèrement froid							
Froid							
Très froid							
Excessivement froid							

2. Indiquez maintenant le changement que vous souhaiteriez.

Plus chaud ☐ Plus froid ☐ Aucun changement ☐

3. Êtes-vous généralement satisfait de votre environnement thermique ?

Oui ☐ Non ☐

4. D'après vous, quels sont les problèmes relatifs à cet environnement et que suggérez-vous pour l'améliorer ?

_____

_____

_____

Note. – Votre nom et l'emplacement de votre poste de travail sont facultatifs. Ils pourraient, par contre, aider les responsables à trouver une solution satisfaisante au problème.

Notes

Vous trouverez aussi ce guide dans le site Web de la CSST : **www.csst.qc.ca**.

DC 200-16183-2 (05-04)